

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich
Orthodontische Abteilung
Leiter: Prof. Dr. med. R. Hotz

Untersuchungen über die Wirkung höher konzentrierter Lösungen von Silbernitrat bei der Behandlung von Milchzähnen

Klinische, histologische und röntgenologische
Untersuchungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der medizinischen
Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
PETER WARTMANN
von St. Gallen

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. R. Hotz
Zürich 1953

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich
Orthodontische Abteilung
Leiter: Prof. Dr. med. R. Hotz

Untersuchungen über die Wirkung höher konzentrierter Lösungen von Silbernitrat bei der Behandlung von Milchzähnen

Klinische, histologische und röntgenologische
Untersuchungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der medizinischen
Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
PETER WARTMANN
von St. Gallen

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. R. Hotz
Zürich 1953



Inhaltsverzeichnis

A. EINLEITUNG	5
B. LITERARISCHER TEIL	7
C. EIGENE ARBEITEN	12
I. Klinische Untersuchungen	16
II. Histologische Untersuchungen	16
III. Röntgenologische Untersuchungen	24
IV. Zusammenfassung	26
V. Literaturverzeichnis	27



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507228_0075

A. Einleitung

Der Wichtigkeit, die Milchzähne so lange zu erhalten, bis die bleibenden Zähne durchbrechen, ist man sich heute wohl bewußt. Der vorzeitige Verlust der Milchmolaren und Milcheckzähne hat Platzmangel für die bleibende Dentition zur Folge auch bei Gebissen, die sich bis zu diesem Zeitpunkt normal entwickelt haben. Dem Milchzahn kommt neben seiner Kaufunktion, vom orthodontischen Standpunkt aus betrachtet, vor allem die Aufgabe als Lückenhalter zu. Diese Funktion dauert vom Durchbruch des Milchzahnes bis zu seinem Verlust, also während zirka 8 Jahren. Werden die Milchmolaren frühzeitig extrahiert oder geht ihr Kronenteil in seinem Umfange durch Caries verloren, so treten Zahnwanderungen auf. Wir sprechen von einer Einengung der Stützzone im Seitenzahnggebiet. Die später durchbrechenden Zähne, besonders die Eckzähne und zweiten Praemolaren, finden zu wenig Platz. Als Stützzone bezeichnen wir den Abschnitt im Seitenzahnggebiet, der begrenzt ist durch die seitlichen Schneidezähne vorn und die Sechsjahrmolaren hinten. Die Kronen der Milchmolaren sind in der Regel um wenigens größes als die der Praemolaren – im Unterkiefer ist das Größenverhältnis zugunsten der bleibenden Dentition etwas günstiger. Bei frühzeitiger Extraktion oder teilweisem Verlust der Kronengröße durch Caries geht nicht nur das Zuviel an Platz verloren, sondern es kommt zu einer Einengung der Stützzone. Als Folge davon bilden sich Stellungsanomalien im Gebiet der Eckzähne oder zweiten Praemolaren in Form eines Engstandes. Um diese oben beschriebenen Folgeerscheinungen zu verhindern, die unter Umständen zu langwierigen orthodontischen Behandlungen führen würden, muß als oberstes Gesetz die Erhaltung der Milchzähne durch konservierende Behandlung gefordert werden. Nur bei tiefer cariöser Zerstörung mit gangraenösem Pulpazerfall und bereits eingetretener Abszeßbildung sollte extrahiert werden. Sind infolge Mißverhältnis zwischen Zahn und Kiefergröße Extraktionen im Sinne einer Steuerung des Zahndurchbruches (*Hotz*) nötig, so müssen diese wohlgedacht und auf lange Sicht geplant, vorgenommen werden. Daß so viele Milchzähne der Zange zum Opfer fallen, hat seine Ursache darin, daß man bei der Ausübung der bei den bleibenden Zähnen üblichen konservierenden Methoden auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Einenteils sind sie auf die Psyche des kindlichen Wesens zurückzuführen. Es fehlt dem Kinde das richtige Verständnis der Notwendigkeit einer sachgemäßen Behandlung, indem es nur darauf achtet, ob wir ihm Schmerzen verursachen. Es kann die Notwendigkeit der Behandlung nicht einsehen. Aus der Angst vor Schmerzen erwächst

in ihm ein Widerstand. Dadurch, daß wir ihm aber Schmerzen zufügen, wird ihm die Furcht vor weiteren Zahnbehandlungen großgezogen und jahrelang ist es dann zahnärztlicher Behandlung unzugänglich. Wir trachten in diesem Alter möglichst darnach, schmerzhaft Eingriffe zu vermeiden.

Weiter stoßen wir bei der Erhaltung der Milchzähne auf behandlingstechnische Schwierigkeiten, weil die Kavitäten gewöhnlich flach sind und zur Retention sehr weit ausgeschnitten werden müssen, was der Sensibilität und der großen Pulpa wegen sehr oft nicht ausgeführt werden kann. Provisorische Zemente für solche Fälle sind wenig haltbar und verlangen trotzdem eine ähnliche Kavitätenpräparation wie eine Amalgamfüllung. Wegen der kurzen Funktionsdauer der Milchzähne haben wir eine jahrelang dauernde Konservierung wie bei den bleibenden Zähnen nicht zu erstreben, sondern wir wollen lediglich unter möglichster Berücksichtigung der kindlichen Psyche die Zähne für einige Jahre gebrauchsfähig und schmerzfrei erhalten. All dies rechtfertigt das Verlangen, eine einfache und schonende Behandlungsmethode zu suchen.

Im Silbernitrat glaubte man nun schon seit langem ein solches Mittel gefunden zu haben, das obigen Anforderungen gerecht werde. Wie uns aber aus unzähligen Arbeiten und aus eigenen Erfahrungen bekannt ist, sind die Hoffnungen nur teilweise erfüllt worden, die in die Methode der Silbernitrat-imprägnierung gesetzt worden sind. In der vorliegenden Arbeit werde ich berichten, wie weit es uns gelungen ist, durch die Anwendung höher konzentrierter Lösungen von Silbernitrat und durch eine Modifizierung des Reduktionsvorganges bessere Resultate zu erzielen.

B. Literarischer Teil

Das Silbernitrat gehört zu den ältesten Medikamenten, die wir im zahnärztlichen Arzneischatze finden. Schon 1846 wird es empfohlen, «um der Caries Einhalt zu gebieten».

1854 verwendet es *Brooks* zur Behandlung der verschiedenen Schmelzhypoplasien. Zur selben Zeit auch galt Silbernitrat schon als Spezifikum für katarrhalische und ulceröse Erkrankungen der Mundschleimhaut. Man verwendete es dazu in fester Form als Stift, als Mundwasser und als Lösung zu Einpinselungen.

Im Jahre 1888 behandelte *Stebbins* cariöse Milchzähne von 35 Schulkindern mit Silbernitrat. Nach seinen Angaben erkrankten im Laufe des folgenden Jahres nur intakt gewesene und mit Silbernitrat nicht behandelte Zähne an Caries, während die mit Silbernitrat geätzten unverändert blieben. Von 64 behandelten cariösen Zähnen zeigten 37 überhaupt keinen Fortschritt des cariösen Zerfalls und 14 einen solchen in nur sehr geringem Ausmaße.

Stebbins gebrauchte zu seinen Versuchen Silbernitratkristalle, welche er an einem kleinen Halter befestigte und damit die cariösen Höhlen bestrich. In einzelnen Fällen schloß er dann noch die Kavität mit Guttapercha ab, damit das Silbernitrat seine Wirkung besser entfalten könne.

Bauer (Budapest) entfernt die stark erweichten Dentinschichten und bestreicht hernach die Kavität mit Silbernitrat. Er behauptet, die Oberfläche einer derartig behandelten Zahnkavität werde schwarz, hart und der Zahn selbst gegen Druck- und Temperatureinwirkungen unempfindlich. Bei Caries der approximalen Flächen der rückwärtigen Zähne solle man V-förmige Zwischenräume schaffen, ein in diesen Raum passendes Stück Guttapercha nach der Kavitätenseite hin mit Silbernitratpulver bestreuen und das ganze Stück hernach in den Zwischenraum zwingen. Dort bleibt die Guttapercha so lange, bis sie weggekaut ist. Oder er wäscht die Kavität mit Phenol aus, streut Silbernitratpulver darauf. Über dieses Pulver legt er ein Asbestkügelchen und in Mastix getauchte Watte. Durch Überschmelzen mit Wachs wird diese Einlage für ein bis zwei Tage wasserdicht fixiert. Nach der Entfernung wird der Kavitätenboden mit Flechter-Zement überdeckt und die endgültige Füllung gelegt.

Black nennt die Silbernitratimprägnierung eine Notbehelfsmethode. Sie sei indiziert bei empfindlichen Kindern, bei denen eine richtige Exkavierung

zum Zwecke einer guten Füllung nicht möglich sei. Sein Behandlungsvorschlag lautet dahin, schon beim Vierjährigen die Kontaktpunkte durch Abfeilen zu zerstören und die Schliff-Flächen prophylaktisch mit Silbernitrat zu imprägnieren. Er verteidigt seinen Eingriff damit, daß es früher oder später zur Lückenbildung komme. Diese Theorie der physiologischen Lückenbildung ist auch heute noch umstritten: *G. Korkhaus* und *Neumann* nehmen eine solche an, wenn die Breitendifferenz zwischen den Milchschnidezähnen und den bleibenden Zähnen größer als 6 mm sei. Nach *Baume* existiert die sogenannte physiologische Lückenbildung überhaupt nicht. Nach seinen Untersuchungen sind Lücken im Milchgebiß von Anfang an vorhanden oder treten erst kurz vor dem Ausfallen der Milchschnidezähne auf.

Nicht nur heilsame, sondern eine cariesprophylaktische Wirkung schreiben dem Silbernitrat *Frank, Niles, Bryan* und *Howard* zu.

In einer 1951 erschienenen Arbeit «Lokala silvernitratpenslingar som kariesprophylaktikum» berichtet uns *V. Lind* über seine Untersuchungen, in welchen er die Frage der cariesprophylaktischen Wirkung des Silbernitrats einer Prüfung unterzog. Er kommt zu einem negativen Ergebnis: Die von ihm imprägnierten Testzähne sind genau so cariesanfällig wie die übrigen Zähne.

Winzenried hat als erster an Hand eines großen Patientenmaterials sich über bestimmte Zeit erstreckende und nach wissenschaftlicher Methode durchgeführte Untersuchungen angestellt über das Verhalten der Milzhahnpulpa nach Beschleifung und Silbernitratimprägnierung. Er hat besonders dazu sich eignende Milzhähne beschliffen und hernach die so präparierten Flächen mit verschiedenprozentigem Silbernitrat bestrichen. In Intervallen von 3, 6, 8 Monaten wurde die Pulpa der so behandelten Zähne auf ihren klinischen Zustand geprüft. Er versucht, festzustellen, ob die Anwendung des Silbernitrats allein irgendwelchen Einfluß auf die Milzhahnpulpa auszuüben vermag. Daneben stellte er Beobachtungen an über die konservierende Wirkung des Silbernitrats auf das Zahngewebe selbst, indem Auftreten von Cariesrezidiven als negative Erfolge betrachtet wurden. Anhand seiner klinischen Untersuchungen kommt der Autor zu folgenden Schlüssen: In der Mehrzahl der Fälle kommt es innerhalb der 8 Monate zu keinen Pulpa-schädigungen. Obschon er wenig Cariesrezidive beobachtet, lehnt er die Methode des Zeitverlustes und der rein technischen Schwierigkeiten wegen, die sich durch das Beschleifen der vitalen Zähne bei Kindern ergeben, ab.

Alle bis jetzt erwähnten Autoren haben das Sonnenlicht oder künstliches Licht zur Reduktion des Silbernitrats verwendet.

Percey R. *Howe* ist nun neue Wege gegangen, indem er seine ammoniakalische Silbernitratlösung mit 10 % Formaldehydlösung reduzierte.

Heinz, Rickert, Schär, Goldschmidt, Gossejeff, Schwarz, Feldmann, Rebel u.a. schenkten der *Howe'schen* Methode besondere Aufmerksamkeit.

Rickert wies auf die pulpaschädigende Wirkung des Formaldehyds hin und ersetzte es durch das Eugenol.

Schär und *Goldschmidt* modifizierten die *Howe'sche* Methode ebenfalls, indem ersterer das Silbernitrat mit einer 10 % wässrigen Glucoselösung, letzterer mit einer 4 % Lösung von alkoholischer Gallussäure reduzierte.

Howe stellte eingehende Untersuchungen an über die Wirksamkeit des Silbernitrats, wobei er zu dem Ergebnis kam, daß durch die Imprägnierung die organischen Reste in Silberalbuminate verwandelt werden, welche keinen Nährboden mehr für pathogene Organismen abgeben. Auf Grund seiner Forschungen führte er die Versilberungsmethode in der Wurzelkanalbehandlung und die Pulpaüberkappung mit Silbernitrat-Eugenol ein. Er hat den Standpunkt eingenommen, daß nach Entfernung möglichst allen erweichten Dentins, dessen verbleibende verfärbte Restschicht noch zahlreiche Bakterien enthält. Diese gilt es zu sterilisieren. Er imprägniert die Kavität mit Silbernitrat und schließt mit Zinkoxydeugenol ohne Druckanwendung ab. Falls die einmalige Behandlung nicht zur Erreichung des normalen Zustandes führt, muß diese wiederholt werden. Dadurch soll die Pulpa Sekundärdentin bilden und ihre Vitalität ohne weitere Einschränkung behalten. Andere Forscher gingen noch weiter, indem sie der Auffassung waren, es könne das erweichte Dentin über der Pulpa belassen werden. Auch heute noch wird die Ansicht von zahlreichen Praktikern vertreten, ein Verbleiben einer gewissen Menge erweichten Dentins in Kavitäten sei wohl möglich und berechtigt, wenn dadurch eine Freilegung der Pulpa umgangen werden könne.

Nach den Untersuchungen von *Wang* und *Schmidhauser* muß aber kategorisch gefordert werden, alles erkrankte Dentin restlos zu entfernen, selbst wenn die Pulpa angeschnitten werden sollte, stehen uns doch biologische Überkappungsmethoden mit Präparaten wie Calxyl und ähnlichem zur Verfügung, die die Gefahr des Zugrundegehens einer akzidentell eröffneten Pulpa wesentlich verringern (*Hess*).

Schon früh war man sich bewußt, daß der Erfolg der Silbernitrat-Imprägnierungs-Therapie davon abhängt, ob eine intakte Pulpa allein schon durch

die Beschleifung, oder aber unter dem Einflusse des Silbernitrats irgendwelchen Schaden erleidet. Von besonderem Interesse ist das Penetrationsvermögen des Silbernitrats ins cariöse und gesunde Dentin hinein, sowie seine pharmako-dynamische Wirkung.

Szabo hat als erster in vivo Versuche ausgeführt, nachdem bisher nur mit toten Zähnen gearbeitet wurde. Aus seinen Arbeiten interessieren uns folgende Ergebnisse:

Das Silbernitrat dringt in die cariösen Dentintubuli hinein. Ein tieferes Eindringen als bis zur gesunden Dentinschicht konnte auch nach mehrmaliger Anwendung verschiedenster Lösungen nicht konstatiert werden. Dies komme daher, daß das gefallte Silbereiweiß keine weiteren Silberionen mehr hindurchlasse. Die imbibierte Dentinschicht betrug etwa $\frac{1}{2}$ mm. Um zu erfahren, wie das Silbernitrat auf den Inhalt der Dentintubuli einwirke, hat *Szabo* Silbernitrat in verschiedener Konzentration auf gesundes Dentin appliziert. Er fand die Fibrillen bis zu einer gewissen Tiefe zerfallen, indem ihr Inhalt koaguliert wurde. Die zerfallenen Klumpen zeigten nach innen von der Kavitätenfläche eine tiefschwarze Färbung. Unter der Silbernitrateinwirkung verwandelte sich das lebende Eiweiß in totes, ebenso das lebende Gewebe in ein totes Gewebe. Das Plasma ging aus dem gelösten Zustand in den festen über. Das Eiweiß verband sich mit dem Metall des Silbersalzes zu Silbereiweiß, welches unter dem Einflusse des Lichtes dunkel und unloslich wurde. Die Einwirkung des Silbernitrats auf gesundes Dentin beschränkte sich jedoch nur auf die oberflächlichsten Schichten. Weiterhin blieben die Fibrillen unberührt und zeigten das gewöhnliche normale Bild, ohne Spur einer Silbernitrateinwirkung. *Szabo* kommt zur nämlichen Ansicht wie *Wälkboff*, daß das Silbernitrat gegenüber gesundem Dentin relativ geringes Penetrationsvermögen besitze und lange nicht tief genug wirke, um die Pulpa gefährden zu können. Bei der Untersuchung des mit Silbernitrat behandelten cariösen Dentins hat *Szabo* beobachtet, daß es nach der Behandlung kompakter werde, ein Befund, der ihn veranlaßte, das Silbernitrat fortan zur Behandlung der Caries profunda und der cariösen Milchzähne zu gebrauchen.

Miller und *Truman* glauben, daß die Penetration des Silbernitrats trotz der koagulierenden Wirkung sehr tief, sogar bis zur Pulpa reichen kann, während andere wie *Harlan*, *Bauer* und *Winzenried* aber gegenteiliger Ansicht sind.

Okino hat sich besonders eingehend mit der Tiefenwirkung der Medikamente durch das cariöse Dentin auf die lebende Zahnpulpa beschäftigt.

Schon früh wurde erkannt, daß der Zone der Transparenz eine besondere Bedeutung zukommt, indem sie eine Barriere bilde gegen das Eindringen von Farbstoffen und Imprägnierungsmitteln. Über die Entstehungsweise der Transparenzzone sind viele Theorien aufgestellt worden. Am zutreffendsten scheint die von Gysi zu sein, daß sie durch eine homogene Verkalkung der Dentinkanälchen hervorgerufen werde. Die Verkalkung rückt zentripetal vor und die Kalksalze der transparenten Zone stammen von dem durch Gärungssäure aufgelösten Schmelz und Dentin her, während die Verkalkung der Zone, die als Zone der vitalen Reaktion bezeichnet wird, sich zentrifugal ausbilde. Ihre Kalksalze würden unter Vermittlung der Odontoblastenfortsätze aus dem Blute aufgenommen und an Ort und Stelle ausgeschieden.

Okino hat nun umfassende Untersuchungen über das Penetrationsvermögen verschiedenster Lösungen, durch die Zone der Transparenz hindurch, ausgeführt. Er ist zu folgenden Ergebnissen gekommen:

1. In künstlichen Kavitäten dringt Silbernitrat bei Einlageversuchen von verschiedener Dauer bis zur Pulpahöhle ein.
2. In cariösen Kavitäten dringt das Silbernitrat in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (zirka 80 %) nicht durch die Zone der Transparenz.

Das Pulpagewebe unter künstlichen Kavitäten zeigte Degeneration der Odontoblastenzellen, Blutgefäßerweiterung, kleine Blutungen ins Pulpagewebe und leichte Rundzelleninfiltration. Im Bereiche der Odontoblastenzellen waren Einschlüsse von Silberoxyd zu sehen. Unter flachen cariösen Kavitäten war das Pulpagewebe kaum verändert, die Blutgefäße leicht verändert, in tiefen cariösen Kavitäten war das Pulpagewebe leicht atrophisch, die Blutgefäße erweitert, kleine Blutungen und Rundzelleninfiltration, etwas Silberoxyd im Pulpagewebe.

In neuerer Zeit haben sich vor allem amerikanische Forscher mit der Silbernitratimprägnierung beschäftigt. Es wird viel altbekanntes wiederholt und zudem sind sehr wenig groß angelegte Untersuchungen durchgeführt worden.

Ireland berichtet, das Silbernitrat zeige eine maximale Durchdringung des cariösen Gewebes, beim gesunden Dentin hingegen bewirke es eine oberflächliche Koagulierung des Protoplasmas, wodurch die Eintrittspforte für Bakterien geschlossen werde.

Prime ist derselben Ansicht wie *Howe*, daß bei Absterben der Pulpa nach Imprägnierung mit Silbernitrat dies nicht infolge, sondern trotz der Anwen-

dung des Silbernitrats geschehe. Die Pulpa sei in diesem Falle bereits infiziert und nicht erhaltungsfähig geblieben.

Zander machte seine Versuche an Hunde- und Menschenzähnen mit der Howe'schen Lösung, die er mit Eugenol ausfällt. Er gibt 2 Faktoren an, die einen Einfluß auf die Resultate haben:

1. Die Zeitspanne zwischen Imprägnierung und Ausfällung und
2. die Zeitspanne zwischen Behandlung und Fixation für das histologische Präparat.

Der Autor zieht folgende Schlußfolgerungen daraus: Die Howe'sche Lösung dringt auch in das gesunde Dentin ein. Die Zeitspanne zwischen Imprägnierung und Ausfällung hat keinen Einfluß auf die Tiefe des Eindringens. Letztere wächst mit der Zeit der Behandlung. Die Pulpa wird nur unwesentlich irritiert. Durch mehrfache Applikation des Silbernitrats konnte keine meßbare Vertiefung der Penetration festgestellt werden.

Muntz, Dorfmann, Stephan machten 1945 Versuche, cariöses Dentin zu sterilisieren. Sie imprägnierten kleine Würfel infizierten Dentins von 0,8 bis 1,5 mm Dicke. Von 16 keimtötenden Mitteln konnten nur Silbernitrat und 30%iges Wasserstoffsuperoxyd diese Dentinklotzchen sterilisieren. Sie stellen fest, daß die Tiefe der Sterilisation nicht identisch ist mit der Tiefe der Durchdringung durch das Desinfiziens. Die Durchdringungstiefe des Silbernitrats reiche etwas tiefer als die Desinfektion des Dentins. Die Frage der Pulpaschädigung durch das Silbernitrat wird von den Verfassern als nicht entschieden betrachtet.

C. Eigene Arbeiten

Studieren wir die zahnärztliche Fachliteratur, so muß es uns auffallen, wie viele namhafte Forscher sich schon mit der Frage der Silbernitratimprägnierungsmethode beschäftigt haben. Es ist dies sicher ein Zeichen, daß die erreichten Resultate noch nicht vollauf befriedigten. Weitere Bemühungen zur Verbesserung der Silbernitrattherapie erscheinen deshalb gerechtfertigt.

An der der orthodontischen Abteilung des zahnärztlichen Instituts in Zürich angegliederten Kleinkinderabteilung wurden neben den üblichen Fül-

lungsmethoden der konservierenden Zahnheilkunde seit 1949 ebenfalls Imprägnierungen mit Silbernitrat durchgeführt.

Es zeigte sich in der Folge, daß die Resultate mit dem üblicherweise empfohlenen 10- und 25%igen *Argentum nitricum* nur teilweise befriedigten. Es traten relativ häufig Cariesrezidive auf. Wir führten dies auf folgende Ursachen zurück:

Die über dem gesunden Dentin belassene cariöse Masse wurde nur unvollkommen imprägniert und ausgefällt. Der Verschluß der Invasionswege für die Bakterien ließ dadurch zu wünschen übrig, so daß der cariöse Prozeß seinen Fortgang nehmen konnte. Weiter war die oligodynamische Wirkung des ausgefallenen Silbers bei diesen Konzentrationen offenbar nicht ausreichend.

Da die Koagulationsstärke und die antiseptische Wirkung des Silbernitrats mit steigender Konzentration zunimmt, sind wir dazu übergegangen, die 50%ige Lösung zu verwenden. Gerade vor der Anwendung solch hoher Konzentrationen ist aber von verschiedener Seite gewarnt worden, werden doch schwerwiegende Alterationen der Milchzahnpulpa durch die starke Ätzwirkung befürchtet. Nun hat aber schon *Laghi* in seiner Dissertation «Die Wirkung einiger Ätzmittel auf die Gingiva» festgestellt, daß niedrig%iges Silbernitrat sehr tief ins Gewebe eindringe. An der Oberfläche entsteht unter der Ätzwirkung nur eine dünne Schicht von Silberproteinat, so daß nur eine schwache Abdichtung gegen Säurewirkung stattfindet. Unter der Einwirkung des 50%igen Silbernitrats hingegen kommt es zu einer dicken Zone von Silberproteinaten. Sie verhindert die Tiefenwirkung der Säure weitgehend. Eine Hauptaufgabe meiner Untersuchungen besteht nun darin, festzustellen, ob diese Forderungen auch bei der Dentinimprägnation zutreffen, das heißt abzuklären, in welchem Grade das Eindringvermögen von der Konzentration abhängig ist. Diese Frage ist für die Vitalerhaltung der Pulpa von größter Bedeutung.

Die chemischen Eigenschaften des Silbernitrats:

Molekulargewicht = 170

Die 50%ige Silbernitratlösung entspricht einer 2,94 Normallösung.

(500 g pro Liter)

pH = ca. 7.

Es gehört zu den ätzenden Schwermetallsalzen. Die Ätzwirkung der Schwermetallsalze beruht auf der chemischen Affinität des Metallions zum Gewebeeiweiß. Es kommt zur Bildung ausfallender Metallsalzalbuminate und -proteinat. Neben dem Metallion besitzt aber auch der Säurerest im Metall-

salz unter Umständen eine ätzende Wirkung. Wenn der Säurerest einer stärkeren Säure angehort und das Metallsalz einen hohen Dissoziationsgrad besitzt, so kann die Ätzwirkung weniger auf der Metallalbuminatbildung als auf der gleichzeitig entstehenden Säure beruhen.



Weil Silbernitrat das Salz einer starken Lauge und einer starken Säure ist, wird die Lösung ungefähr neutral bis leicht sauer reagieren.

Da das pH im cariösen Dentin nach sauer verschoben ist, kann die Neutralisierung der noch in den Dentinkanälchen vorhandenen Cariessäuren durch alkalische Mittel begünstigt werden. *Howe* ist deshalb zur ammoniakalischen Silbernitratlösung übergegangen. Ihr pH bewegt sich zwischen 8,5 und 9,5. Chemisch stellt sie eine komplexe Verbindung zwischen Silbernitrat und Ammoniak dar.

Die Reaktionsgleichung:



Ihre Herstellung ist nicht ganz einfach. Sie vollzieht sich folgendermaßen:

Zu der 50%igen Silbernitratlösung gibt man tropfenweise Ammoniak zu. Es wird sich zunächst ein schwarzer Niederschlag aus Silberoxyd bilden, der sich dann aber wieder nach einer weiteren Zugabe von Ammoniak unter Komplexbildung auflöst. Hat man nun gerade soviel Ammoniak zugegeben, als zur Auflösung des Niederschlags notwendig ist, so ist die ammoniak. Silbernitratlösung gebrauchsfertig. Ein Überschuß von Ammoniak ist unter allen Umständen zu vermeiden, da es die spätere Ausfällung des Silbers durch das Eugenol oder den Entwickler verzögert oder sogar verhindert. Eine häufige Erneuerung des Imprägnierungsmittels ist zu empfehlen, da es bei längerem Gebrauch oder Offenstehen der Flasche durch Abgabe von Ammoniak seinen pH-Wert nach der sauren Seite verändert und sich zersetzt.

Folgende Reduktionsmittel werden üblicherweise verwendet:

1. 10%ige Formaldehydlösung (*Howe*)
2. Eugenol (*Rickert*)
3. 10%ige Glucoselösung (*Schaer*)
4. 4%ige Alkohollösung von Gallussäure (*Goldschmidt*)
5. Entwicklerflüssigkeit

Wir verwenden das Eugenol und verstärken den Fällungsprozeß mit dem Entwickler. (Entwicklerflüssigkeit für Röntgenfilme). Er besteht aus reduzierenden, alkalischen Lösungen, wie Metol, Hydrochinon, Pyrogallol und ähnlichen Stoffen.

Der Reduktionsvorgang:

Das Silberatom im Diamminsilber-Ion erhält vom Eugenol ein fehlendes Elektron und wird so zum metallischen Silberatom, das sich ausscheidet. Das Eugenol wird dabei zu Vanillin und Acetaldehyd oxydiert. Analog geht der Reduktionsvorgang mit den im Entwickler vorhandenen Stoffen vor sich.

Das praktische Vorgehen am Patienten:

Bevor ich auf die Behandlungstechnik am Patienten eingehe, muß ich nochmals betonen, daß die Silbernitrat-Imprägnierungsmethode ihre spezielle Indikation hat. In Fällen mit drohendem Engstand, wo also eine Einengung der Stützzone unbedingt zu vermeiden ist, sind durch Caries verloren gegangene Kronenanteile mit Füllungen zu ersetzen. Durch das Beschleifen gehen die Kontaktpunkte verloren. Im Unterkiefer darf die Imprägnierungsmethode eher angewendet werden, ist doch die Platzreserve, gebildet durch die großen Milchmolarzähne, günstiger.

Zum Beschleifen der Zähne werden mit Vorteil linsen- und radförmige Steinchen verwendet. Es ist unnötig zu sagen, daß sie dauernd naß gehalten werden müssen, um dem Kinde Schmerzen zu ersparen und die Pulpa vor Hitzeeinwirkung zu schützen. Der Zahn wird nicht bis ins gesunde Dentin hinein beschliffen, was dieselben Unannehmlichkeiten wie bei der Kavitätenpräparation zur Folge hätte, sondern es wird eine gehörige Menge der weichen cariösen Masse über dem gesunden Dentin belassen. Sie wird durch das Imprägnierungsmittel ausgefällt, gehärtet, sterilisiert, bildet eine natürliche Schutzdecke und hat die Füllung zu ersetzen. Hingegen ist es sehr wichtig, sämtliche unter sich gehende Stellen zu eliminieren, auch wenn gesunder Schmelz und Dentin geopfert werden muß, stellen sie doch Retentionstellen für Speisereste dar, die besonders für das Auftreten von Cariesrezidiven verantwortlich sind. Nachdem die Schliff-Flächen gut getrocknet worden sind, wird die Lösung mit einem watteumwickelten Zahnstocher eingerieben. Nach einer Minute wird vorerst mit Eugenol reduziert und anschließend durch Applikation der Entwicklerflüssigkeit der Fällungsprozeß verstärkt. Anschließend soll nochmals mit Silbernitratlösung betupft werden, worauf sich ein Niederschlag von tiefschwarzer Farbe bildet. Sehr gute Erfahrungen haben wir mit der jährlichen Wiederholung der Imprägnierung gemacht.

I. Klinische Untersuchungen

Die klinischen Untersuchungen erstreckten sich über eine Zahl von 45 Kindern, bei denen vor 1—3 Jahren cariöse Milchzähne nach dieser Methode imprägniert worden sind. Von jedem Kinde wurde ein Status aufgenommen, worin folgende Punkte angeführt wurden:

1. Die Zahl der extrahierten oder verloren gegangenen Zähne. Dabei wurde festzustellen versucht, ob der Verlust
 - a) durch unmittelbare Einwirkung des Silbernitrats auf die Pulpa zustande gekommen ist (akute Pulpitis),
 - b) durch Weiterschreiten der Caries, also Unwirksamkeit des Imprägnierungsmittels,
 - c) durch physiologisches Ausfallen infolge Wurzel-Resorption.
2. Die Zahl der erhaltenen Zähne wurde folgendermaßen unterteilt:
 - a) Zähne, deren Caries zum Stillstand gekommen ist (oder Caries sicca),
 - b) Zähne, bei denen die Caries weiterschritt — Caries humida, sowie solche, bei denen sogar eine Wurzelbehandlung vorgenommen werden mußte.

Es ergibt sich daraus folgendes:

Von 174 imprägnierten Zähnen waren im Momente der Untersuchung noch 144 erhalten. 12 Zähne waren infolge kurz nach der Imprägnation auftreten der Pulpitis extrahiert worden. 18 waren durch physiologische Wurzelresorption herausgefallen und dürfen nicht als Mißerfolge gewertet werden. Von den 144 erhaltenen Zähnen waren 110 klinisch in einwandfreiem Zustand, 34 wiesen eine Caries humida auf oder waren sogar später wurzelbehandelt worden. Rechnen wir zu diesen 34 Mißerfolgen die 12 an Gangrän zugrunde gegangenen Zähne, so kommen wir auf eine Zahl von 26,5 % Mißerfolgen bzw. auf eine Erfolgsquote von immerhin 73,5 % konservierend einwandfrei behandelten Milchzähnen.

II. Histologische Untersuchungen

Da wir aus den klinischen Untersuchungsergebnissen allein keine gültigen Rückschlüsse auf Erfolg oder Mißerfolg unserer Imprägnierungsmethode ziehen können, wurden einzelne Zähne extrahiert und histologisch untersucht. Von besonderem Interesse waren die Fälle, die klinisch einen einwandfreien

Befund aufwiesen. Durch das Studium von Schliffpräparaten sollte die Koagulationswirkung und Penetrationsfähigkeit des 50%igen Silbernitrats abgeklärt werden. An Hand von Schnittpräparaten wurde der Einfluß des Silbernitrats auf die Milchzahnpulpa untersucht.

Herstellung der Präparate:

Die für die Schliffpräparate vorgesehenen Zähne wurden unmittelbar nach der Extraktion in physiologische Kochsalzlösung gelegt, wo sie bis zu ihrer Verarbeitung verblieben. Die Schliffe wurden nach den üblichen Methoden hergestellt und in Kanadabalsam eingebettet.

Die zu histologischen Schnittpräparaten bestimmten, in Leitungsanästhesie unter Fortlassung von Adrenalin extrahierten Milchzähne wurden in 10%ige Formaldehydlösung gelegt, wo sie die vorschriftsmäßige Zeit, mindestens 5 bis 7 Tage, bis zur Einlagerung in die entkalkende Flüssigkeit, verblieben. Durch einen Keilausschnitt wurde die Wurzelpulpa eröffnet, um der Fixierflüssigkeit das Eindringen zu erleichtern und dadurch postmortale Zersetzungs Vorgänge zu verhindern. Weiter wurde nach dem üblichen Verfahren vorgegangen. Alle Schnittpräparate sind mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt worden.

Folgende *Vorversuche* wurden durchgeführt:

Ich unterzog die Untersuchungsergebnisse früherer Autoren über das Penetrationsvermögen des Silbernitrats ins gesunde und cariöse Dentin hinein einer eingehenden Nachprüfung. Zu diesem Zwecke beschliff ich extrahierte cariöse und nicht cariöse Zähne und imprägnierte sie mit 10 %, 30 % oder 50%iger ammoniakalischer Silbernitratlösung.

Ich erhielt folgende Resultate:

1. Die ammoniakalische Silbernitratlösung dringt tief ins gesunde Dentin hinein. Das Penetrationsvermögen hängt nur unwesentlich vom Prozentgehalt des applizierten Silbernitrats ab. Siehe Abb. 1.
2. In cariösen Kavitäten dringt *Argentum nitricum* nicht unbegrenzt in die Tiefe. In der Zone der Transparenz wird im allgemeinen ein weiteres Eindringen verhindert (Okino). Je nach der Ausbildung dieser Zone verläuft die Begrenzung mehr oder weniger scharf. In bezug auf die Tiefenwirkung war es mir nicht möglich, einen graduellen Unterschied zwischen den verschiedenprozentigen Silbernitratlösungen festzustellen. Es scheint,

daß in allen Fällen die Zone der Transparenz erreicht wird. Ein weiteres Eindringen — was ich sehr selten beobachtete — scheint nicht vom Prozentgehalt der Lösung abhängig zu sein, sondern vom Grade der Ausbildung der Zone der Transparenz und Vitalen Reaktion. Hingegen ist die Stärke des Niederschlags weitgehend abhängig vom Prozentgehalt. Beim 50%igen Silbernitrat ist sie ungleich größer.



Abb. 1 Nicht cariöser Zahn, beschliffen, imprägniert AgNO_3 50%ig. Niederschlag tief ins gesunde Dentin bis gegen Pulpa reichend.

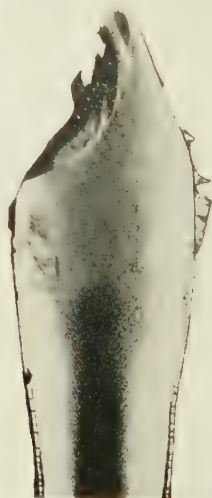


Abb. 2 Cariöser Zahn, beschliffen, imprägniert mit AgNO_3 50%ig. Niederschlag scharf begrenzt und nur bis zur Zone der Transparenz reichend.

Hauptuntersuchungen:

Die bis jetzt beschriebenen Untersuchungen über die Einwirkung verschiedenprozentiger Silbernitratlösungen auf gesundes und cariöses Dentin an extrahierten Zähnen bildeten die Vorversuche für die nun folgende Hauptuntersuchung.

Es wurden je 10 Milchmolaren extrahiert, die vor 3, 2 und 1 Jahr beschliffen und mit 50% iger ammoniakalischer AgNO_3 -Lösung imprägniert worden sind und daraus Schliffpräparate hergestellt. Im wesentlichen werden die Resultate der Voruntersuchungen bestätigt. Das Silbernitrat dringt in der Mehrzahl der Fälle nur bis zur Zone der Transparenz ein. Es ist kein Unterschied in der Eindringtiefe festzustellen, verglichen mit den Testzähnen, die mit 10% iger Lösung imprägniert worden sind. Die Stärke des Niederschlags ist ungleich größer bei den mit der 50% igen Lösung behandelten Zähnen, wie auch bei den Zähnen, die ein bis mehrere Male nachimprägniert wurden. Vergleicht man die frisch imprägnierten Zähne mit den vor 1 bis 3 Jahren behandelten Zähnen, so ist kein wesentlicher Unterschied in der Intensität des Niederschlags zu konstatieren.

Die Einwirkung des 50% igen ammoniakalischen Silbernitrats auf die Milchzahnpulpa wurde an Gruppen von je 5 Zähnen studiert, die vor 3, 2, 1 und einem halben Jahr beschliffen und imprägniert worden sind. Vorgängig machte ich einen Grundversuch, um zu erfahren, ob durch das Beschleifen alleine schon eine Irritation der Milchzahnpulpa zu befürchten sei. Der histologische Befund ergab eine völlig intakte Pulpa.

Aus nachstehender Tabelle können die detaillierten Resultate der histologischen Untersuchung ersehen werden:

1. Zähne, die *ein halbes Jahr* nach der Imprägnation extrahiert wurden:

	Fall	Zahn	Impr. wiederholt	Rö.	Histologischer Befund
1.	L. J.	—IV	1×	o. B.	Sek. dentin-Bildung Odontoblastensaum erhalten, Pulpa o. B.
2.	B. B.	V—	—	—	Sek. dentin-Bildung Odontoblastensaum verschmälert, geringe Gefäßerweiterung
3.	L. K.	V—	—	o. B.	Sek. dentin-Bildung Odontoblastenzellen zerstört, starke Rundzelleninfiltration mit Verkalkungen in der Pulpa
4.	N. H.	V—	—	o. B.	Odontoblastensaum unverändert, Pulpa o. B.
5.	L. U.	—IV	—	o. B.	Sek. dentin-Bildung Odontoblastensaum unverändert, leichte Rundzelleninfiltration

2. Zähne, die *1 Jahr* nach der Imprägnation extrahiert wurden:

	Fall	Zahn	Impr. wiederholt	Rö.	Histologischer Befund
6.	B. J.	III +	1 ×	o. B.	Sek. dentin-Bildung Odontoblastensaum unverändert, Gefäße etwas erweitert
7.	L. U.	V	1	o. B.	Sek. dentin-Bildung, Gefäße etwas erweitert
8.	W. D.	+IV	1 ×	o. B.	starke Sek. dentin-Bildung, Rundzelleninfiltration, Gefäße erweitert
9.	W. D.	IV +	1 ×	o. B.	Gefäße etwas erweitert, sonst Pulpa o. B.
10.	W. W.	+III	—	o. B.	Sek. dentin-Bildung, Pulpa o. B.

3. Zähne, die 2 Jahre nach der Imprägnation extrahiert wurden:

	Fall	Zahn	Impr. wiederholt	Rö.	Histologischer Befund
11.	S. G.	V—	2×	o. B.	Sek. dentin-Bildung, Pulpa o. B.
12.	F. K.	—IV	3×	o. B.	starke Sek. dentin-Bildung, Silberkörnchen in dem der Impr.- Stelle benachbartem Pulpahorn, leichte Gefäßerweiterung
13.	B. R.	—V	5	o. B.	beginnende Sek. dentin-Bildung Pulpa o. B.
14.	Z. M.	—IV	—	o. B.	beginnende Sek. dentin-Bildung, Pulpa o. B.
15.	D. P.	—IV	1×	o. B.	leichte Gefäßerweiterung

4. Zähne, die 3 Jahre nach der Imprägnation extrahiert wurden:

	Fall	Zahn	Impr. wiederholt	Rö.	Histologischer Befund
16.	B. R.	V—	6×	o. B.	Sek. dentin-Bildung, Odontoblastensaum verschmälert, Pulpa o. B.
17.	J. R.	III+	1×		beginnende Sek. dentin-Bildung, Pulpa o. B.
18.	L. R.	IV+	—		Sek. dentin-Bildung, Odontoblastensaum verschmälert,
19.	J. P.	—V	2×		Sek. dentin-Bildung, leichte Gefäßerweiterung, beginnende Rundzelleninfiltration
20.	B. R.	—IV	6×		Sek. dentin-Bildung Gefäßerweiterung

Aus obigen Tabellen geht folgendes hervor:

Die histologischen Präparate zeigten fast durchwegs sekundäre Dentinbildung, namentlich gegen die Applikationsstelle hin, was teilweise als Reaktion seitens der Milchzahnpulpa infolge des durch die Silbernitratwirkung

und die Beschleifung ausgeübten Reizes anzusehen ist. Andererseits ist eine ausgedehnte Reizdentin-Bildung zu konstatieren bei Zähnen, die kurze Zeit nach der Imprägnierung extrahiert wurden. Hier hat die Sekundärdentin-Bildung nicht erst nach erfolgter AgNO_3 -Behandlung eingesetzt, sondern sie bestand schon vorher infolge des durch die Caries ausgeübten Reizes. Neben der stimulierenden Wirkung auf die Odontoblasten hat das AgNO_3 vor allem die Aufgabe, durch Verlangsamung oder Eliminierung des cariösen Prozesses die bereits begonnene Sekundärdentin-Bildung weiter zu ermöglichen (vergleiche Abbildung 5). Was die Pulpaveränderungen anbetrifft, so sind sie leichter Natur. Schwerere degenerative und entzündliche Prozesse sind keine aufgetreten. Als häufigste pathohistologische Befunde ergaben sich Gefäßerweiterungen und leichte Rundzelleninfiltrationen sowie mehr oder weniger große Auflockerungen im Odontoblastensaum. Zwischen einmal und mehrmals imprägnierten Fällen war kein Unterschied festzustellen.

Klinischer Befund und histologischer Befund stimmen also weitgehend überein, so daß diese Fälle als konserviert betrachtet werden können.



Abb. 3 Fall 1:

L. J. —IV 3 Monate nach Imprägnierung extrahiert. Niederschlag scharf begrenzt. Sekundärdentin-Bildung, Odontoblastensaum erhalten, Gefäße etwas erweitert. Keine regressiven Pulpaveränderungen.

Abb. 4 Fall 2:

B. B. V— 6 Monate nach Imprägnierung extrahiert. Niederschlag mehr oder weniger deutlich begrenzt, Sekundärdentin-Bildung gegen die Applikationsstelle hin, Odontoblastensaum etwas aufgelockert, keine entzündlichen oder regressiven Veränderungen in der Pulpa.



Abb. 5 Fall 12:

F. K. —IV 2 Jahre nach erstmaliger Imprägnierung extrahiert. AgNO_3 dringt bis ins Sekundärdentin, das sich mächtig gegen die Kavität hin ausgebildet hat. Odontoblastensaum erhalten. Das Pulpagewebe ist trotz 3maligem Nachimprägnieren und Nachschleifen in einwandfreiem Zustande. Bei der Verschattung im Pulpahorn handelt es sich nicht um eine beginnende Rundzelleninfiltration, sondern um Silberkörnchen, die bis ins Pulpagewebe gelangt sind.





Abb. 5 Fall 17:

J. R. III + 3 Jahre nach erfolgter Imprägnierung extrahiert. Deutliche Sekundärdentin-Bildung 1. gegen die abradierte Kaufläche hin, 2. gegen die Applikationsstelle hin. Pulpagewebe etwas atrophisch verändert, Gefäße erweitert, Odontoblastensaum aufgelockert.

III. Röntgenologische Untersuchungen

Alle Zähne sind vor, und in gewissen Abständen, nach erfolgter Imprägnierung röntgenphotographiert worden. Sollen Anfangs- und Kontrollröntgenbilder miteinander verglichen werden können, so müssen sie wenn möglich immer unter demselben Projektionswinkel und mit derselben Belichtungszeit aufgenommen werden. Es kann sonst das Ausmaß an gebildetem Sekundärdentin oder die Dicke der über der Pulpa befindlichen Dentinbrücke von Fall zu Fall stark variieren.

Ein zuverlässiges Bild erhalten wir deshalb erst, wenn wir den röntgenologischen Befund mit dem histologischen Befund vergleichen können.



Abb. 1

Schülerin Sp. H.: Caries sämtlicher Milchmolaren. Fall insofern günstig, als Tendenz zu Caries sicca besteht. Erste Imprägnierung vor 2 Jahren, nach 1 Jahr nachimprägniert. Status darf heute als ausgezeichnete Erfolg bezeichnet werden. Die Caries ist zum Stillstande gekommen, die Kronenanteile sind erhalten, schöne Sekundär-dentin-Bildung.

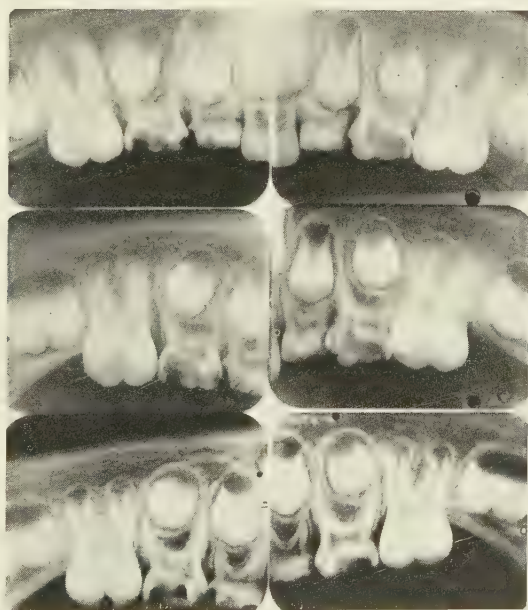


Abb. 2

Schüler B. R.: Erste Imprägnierung vor 3½ Jahren. 6 mal nachimprägniert. Umfangreiche Sekundärdentin-Bildung gegen die beschliffenen Stellen hin. Schöne V-förmige, retentionsfreie Schliff-Flächen, die eine Selbstreinigung gut zulassen.

IV. Zusammenfassung

Die Vorversuche zeigen, daß das Penetrationsvermögen des Silbernitrats nur unwesentlich vom Prozentgehalt der Lösung abhängig ist. Die Zone der Transparenz verhindert im allgemeinen ein weiteres Eindringen. Hingegen ist die Intensität des Niederschlags beim 50% ige ammoniakalischen Silbernitrat ungleich größer als beim niedrig%igen.

Die klinische Kontrolle der nach der oben angegebenen Methode behandelten 174 Zähne ergab 73,5 % einwandfreie Fälle.

Was die Einwirkung des 50% igen ammoniakalischen Silbernitrats auf die Milchzahnpulpa betrifft, so kommen wir auf Grund der histologischen Untersuchungen auf folgende Ergebnisse:

1. Die Reaktion der Milchzahnpulpa auf den durch Silbernitratätzung und Beschleifung ausgeübten Reiz besteht in der Bildung von Sekundärdentin nach der Applikationsstelle hin.
2. In der Mehrzahl der Fälle wird das Pulpagewebe kaum geschädigt. Der Odontoblastensaum ist etwas aufgelockert, die Blutgefäße etwas erweitert und leichtere Rundzelleninfiltrationen gegen die Applikationsstelle hin sind relativ häufig. Metallisches Silber konnte nur in einem einzigen Falle im Pulpagewebe nachgewiesen werden.

Es kann also die 50% ige ammoniakalische Silbernitrat-Lösung entgegen der Ansicht vieler Autoren ohne Bedenken als Imprägnierungsmittel bei der Behandlung von cariösen Milchzähnen verwendet werden.

V. Literaturverzeichnis

- Bauer: Argent. nitr. in der Zahnheilkunde, besonders bei Behandlung der Zähne mit Caries dritten Grades. Oe. U. V. f. Z. 1894.
- Baume: Lehrbuch für Zahnheilkunde. Häupl. 1950.
- Black: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
- Brooks: Die Behandlung der Erosion des Schmelzes. (Zahnärztl. 1854.)
- Bryan: Prophylaktische Zahnheilkunde. Schw. V. f. Z. 1903.
- Feldmann: Die Howe'sche Methode zur Therapie der gangränösen Wurzelkanäle und ihr Einfluß auf dem Paradontium. D. M. f. Z. 1928.
- Frank: Arg. nitric. in der Zahnheilkunde. Oe. U. V. f. Z. 1897. H. 3.
- Furrer und Gysi: Die Verkalkungszonen bei der Dentincaries. S. M. f. Z. 1922.
- Heinz: Über die Howe'sche Silberreduktionsmethode und ihre Modifikationen, nebst experimentellen Untersuchungen. D. M. f. Z. 1924.
- Hotz: Orthodontische Fortbildung. Mediz. Verlag H. Huber 1947.
- Howe: A Method of Sterilizing, and at the same Time Impregnating with a Metal, affected Dental Tissue. Dental Cosmos 1917.
- Ireland: Ammonical Silver Nitrate as sterilizing agent for deep-sealed decay in deciduous teeth. J. Am. Dent. Ass. 1939.
- Korkhaus und Neumann: Lehrbuch für Zahnheilkunde, Häupl. 1950.
- Laghi: Die Wirkung einiger Ätzmittel auf die Gingiva. Diss. 1951. Zürich.
- Lind: Lokale silvernitratpenslingar som kariespropylaktikum. Odontologisk Tidskrift 1951.
- Miller: Die Anwendung des Höllensteins bei der Behandlung der Zahncaries. D. Z. W. 1905. Nr. 16.
- Muntz, Dorfmann, Stephan: In vitro studies on sterilization of carious dentin. J. Am. Dent. Ass. 1943.
- Niles: Prophylactic treatment of the teeth with silk saturated in lactate of silver. Dental digest 1900.
- Okino: Experimentelle Untersuchungen über die Durchlässigkeit der transparenten Zone bei der Dentincaries am lebenden Zahn. S. M. f. Z. 1930.
- Prime: Preventive Dentistry. J. Am. Dent. Ass. 1940.
- Rebel: Handwörterbuch der gesamten Zahnheilkunde.
- Schaer: Etude sur la stérilisation et l'imprégnation de la dentine par l'argent réduit. Revue trimestrielle suisse d'Odontologie. 1921.
- Schmidhauser: Die indirekte Pulpaüberkappung und die Imprägnierung empfindlicher Zahnhälse nach dem Verfahren von Gottlieb. Dissertation Zürich 1951.
- Stebbins: Über den Wert des Arg. nitric. in der zahnärztlichen Therapie. I. D. J. 1891.
- Szabo: Histologische und klinische Untersuchungen über die Wirkungsweise des Arg. nitric. auf das erkrankte Dentin. Oe. U. V. f. Z. 1902.
- Wang: Die indirekte Pulpaüberkappung mit Calxyl im Vergleich zur sogenannten »Natürlichen Pulpaüberkappung«. Dissertation Zürich 1953.
- Zander: Penetration of silver nitrate solution in dentin. J. Dent. Res. 1943.

Curriculum vitae

Am 18. Juni 1926 wurde ich in Burgdorf (Kanton Bern) geboren. Die Primarschule besuchte ich in Winterthur, die Mittelschule in Winterthur und Zürich, wo ich im Jahre 1945 die eidgenössische Reifeprüfung bestand. Die vorklinischen und klinischen Studien absolvierte ich an der Universität Zürich. Im Herbst 1951 bestand ich die zahnärztliche Fachprüfung. Seither bin ich als Assistent an der orthodontischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts Zürich tätig.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. med. R. Hotz, für die Überlassung des Themas und des Untersuchungsmaterials aus der Kinderabteilung zu danken. Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. med. P. Schmuziger für die Erlaubnis, daß ich die histologischen Präparate in seinem Labor herstellen lassen durfte, zu größtem Dank verpflichtet.

